

A talajszennyezettség megelőzésének, illetve felszámolásának jelentősége és lehetőségei

VERMES LÁSZLÓ

Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Budapest

Környezetünk állapotának sajnálatos, de látványos romlását nap mint nap tapasztaljuk. Ennek az általános romlásnak egyik igen erősen érintett területe a talajok degradációja, a degradációs folyamatok felgyorsulása, valamint a talaj minőségének kedvezőtlen változása. Ebben a folyamatban az ismert tényezők mellett egyre nagyobb szerepet kapnak az ember által okozott hatások, közöttük a talajszennyezések is, azok pontszerű és nem-pontszerű formái egyaránt.

De mit is értünk a talajszennyezettség fogalmán, kifejezésén?

A *talaj szennyezettségéről* beszélünk minden olyan esetben, amikor a talaj természetes viszonyok között kialakult - mondhatni "eredeti" - minőségének, a minőséget jellemző egy vagy több paraméternek (vagyis a fizikai, kémiai, ill. biológiai talajtulajdonságoknak) *jelentős mértékű*, és az élőlények, illetve az ember számára *alapvetően fontos* talajfunkciók szempontjából *kedvezőtlen irányú* változása következik be.

A *talaj minősége* elnevezést használjuk annak kifejezésére, hogy a talaj és annak állapota, ill. összetétele mennyire felel meg, milyen mértékben tesz eleget alapvető funkcióinak. A *talaj ezen funkciói* - amint az az országos talajvédelmi monitoring rendszer kidolgozása kapcsán meghatározást nyert, de amit a nemzetközi hasonló megfogalmazások is alátámasztanak - a következőkben foglalhatók össze:

- a) *termékenység*, vagyis a termesztett növények és más élőlények számára a talajökológiai feltételek megteremtése;
- b) *technológiai állapot*, ami lehetővé teszi a különböző agrotechnikai műveletek megfelelő időben és a megkívánt minőségben történő, energiatakarékos elvégzését;
- c) *pufferkapacitás*, azaz képesség a talajt érő különböző stresszhatások kedvezőtlen következményeinek tompítására, semlegesítésére;
- d) *szűrő* vagy *"filter" funkció*, vagyis a talaj környezetét, pl. a felszín alatti vizeket érő káros hatások kivédése, mérséklése, megszüntetése;
- e) *termőhely* a védett ökoszisztémák számára (természetvédelmi funkció);

f) *etalon* (viszonyítási alap) a talajváltozások érzékeléséhez és értékeléséhez.

A talajszennyezettség tehát a talajnak olyan módosult állapota, olyan minősége, amelyben a talaj nem képes eleget tenni a természetben, az élet fenntartásában rá háruló funkcióknak, ill. azok egy részének, s ezáltal - részben vagy egészben - alkalmatlanná válik az emberi használatra is.

Az egyes talajfunkciókhoz többé-kevésbé jól, de a folyamatban lévő kutatások nyomán egyre jobban és sokoldalúbban meghatározható *minőségi jellemzők és követelmények* rendelkeznek, és ezek segítségével - az ezekhez való hozzá mérés eredményeként - minősíthető az adott helyen lévő talaj, ill. annak állapota. A talajtulajdonságokat jellemző paramétercsoportok közül elsősorban a *kémiai és a biológiai tényezők változásával* szokás kifejezni a talaj szennyezettségét és annak mértékét, mivel a *fizikai* jellemzők terén bekövetkező kedvezőtlen változások leginkább a talajdegradáció körébe tartoznak.

A gyakorlati tapasztalatok szerint a talajszennyezettség napjainkban főként a következőkben mutatkozik meg:

- pH-csökkenés (savanyodás);
- az élet és az élőlények szempontjából káros, toxikus elemek, vegyületek (pl. nehézfémek, sók, szerves vegyületek) felhalmozódása, a kémiai összetevők arányának kedvezőtlen megváltozása;
- az élőlényekre és az emberre veszélyes kórokozók (baktériumok, vírusok, gombák) elszaporodása, a talajmikroflóra, ill. -fauna arányainak kedvezőtlen eltolódása.

Az említett fő és összevont jelenségcsoportok természetesen további konkrét, jól körvonalazható, ill. meghatározható jelenségekre és azok specifikus vagy együttes minőségrontó hatására bonthatóak.

A szennyezettséget jelző minőségváltozásokat részint természetes eredetű *szennyeződések*, részint "mesterséges", emberi hatásokra bekövetkező *szennyezések* okozzák. Az utóbbiak közé tartoznak a szennyezés szélső eseteiként a toxikus anyagok által okozott *mérgeзések*, valamint a káros, patogén élő szervezetektől származó *fertőzések*.

A talajszennyezettséget okozó forrásokat tehát természetes és emberi (antropogén) eredetű, továbbá pontszerű és nem-pontszerű (diffúz) források csoportjába sorolhatjuk. Ezt a felosztást követve a *talajszennyezettség leggyakoribb hazai forrásait* az 1. táblázat foglalja össze.

Jelenleg sem a szennyező forrásokról, sem a talajszennyezettség országos helyzetéről nincsenek kellő, vizsgálatokkal és felmérésekkel alátámasztott információink, csupán egyes elszórt, ill. részleges vizsgálódások eredménye áll rendelkezésünkre bizonyos fajta szennyezések elemzéséhez, a talajszennyező hatások értékeléséhez és a következmények, trendek megítéléséhez. Az ismert, feltárt és a még csak sejtett talajszennyezési esetek, valamint az ezzel összefüggésben felmerülő problémák egyrészt arra világítanak rá, hogy a talajok szennyezettségének pontos és mindenre kiterjedő meghatározása hazánkban még

1. táblázat
A talajszennyezettség legfontosabb forrásai Magyarországon

Pontszerű talajszennyező forrás	Nem-pontszerű talajszennyező forrás
<i>Természetes eredetű források</i>	
- ásványi lelőhelyek	- természetes (pl. vulkáni) eredetű nedves és száraz kiülepedés a légkörből
- geológiai formációk	- árvizek, elöntések, nagy esők
	- erős szelek
	- természetes radioaktív sugárzások
<i>Emberi eredetű (antropogén) források:</i>	
- szennyvizek	- légszennyezésből származó nedves és száraz kiülepedés
- szennyvíziszapok	- mezőgazdasági vegyszerek:
	- műtrágyák
	- herbicidek
	- peszticidek
- hígtrágya	- közlekedés
- különféle hulladékok:	
- folyékony	
- szilárd	
- nem toxikus	
- toxikus	
- különféle termelési (ipari) emissziók	

nem megoldott, másrészt az eddigi jelekből arra lehet következtetni, hogy az elszennyeződés veszélye a jövőben növekedni fog.

A fejlett ipari országokban már korábban felfigyeltek ennek fontosságára, és nemzetközi szinten kezd kialakulni az a szakember réteg, amelyik kifejezetten a talajszennyezettséggel, a talajszennyezések megszüntetésének, felszámolásának és megelőzésének módszereivel foglalkozik. Jól jelzik ezt azok az egyre sűrűbben megrendezésre kerülő *nemzetközi szakmai rendezvények*, amelyek kimondottan a talajszennyezettség kérdéseivel foglalkoznak. Ezek közül is a legnagyobbak és tartalmilag is a legátfogóbbnak tekinthető az a *nemzetközi talajszennyezettségi konferenciasorozat*, amelyet német és holland kezdeményezésre - a Karlsruhe-i Atommagkutató Központ (KfK) és a hágai Alkalmazott Tudományos Kutatások Hollandiai Szervezete (TNO) szervezésében - immár negyedszer rendeztek meg 1993 májusában Berlinben. Az előző konferenciák Utrechtben (1985), Hamburgban (1988) és Karlsruheban (1990) voltak. A *berlini konferencia* igyekezett teljeskörűen napirendre tűzni a talajszennyezésekkel és azok megszüntetésével kapcsolatos kérdéseket. A követendő stratégiáktól kezdve a jogi szabályozáson, a gazdasági és a szociális kérdéseken, a minta-

vételi és felmérési módszereken keresztül a szennyező források, a szennyező hatások kimutatásán át a helyben és a speciális tisztítóhelyeken végezhető talaj-tisztítási technológiák részletkérdéseiig és a megtisztított talajok újrahasznosításának lehetőségéig valóban minden fontos kérdéssel foglalkozott a konferencia, amely a talajszennyezettséggel összefügg. Különösen két területen volt felfedezhető *jelentősebb előrehaladás* a korábbiakhoz képest:

- a hatásvizsgálatok, hatáselemzések, ill. kockázatfelmérések számára kidolgozott módszerek, határértékek, valamint számítógépes modellek, továbbá
- a különböző talajtisztítási, szennyezettség-felszámolási, megjavítási (remediációs) technológiák választéka és a gyakorlati alkalmazásukkal szerzett tapasztalatok terén.

Feltűnő volt az is, hogy a konferencia résztvevői között az egyetemek és az intézetek kutatói mellett milyen nagy számban szerepeltek a talajszennyezések felszámolásával foglalkozó cégek, ill. vállalkozók igen jól felkészült szakértői, vagyis az alkalmazott kutatások és a műszaki fejlesztések képviselői.

Berlinben külön munkacsoport foglalkozott a *közép- és kelet-európai országok talajszennyezettségi helyzetével*, problémáival. Az ott elhangzott magyar, lengyel, cseh és német előadások, valamint a vita alapján megállapítható, hogy ezekben az országokban a gyors és erőteljes iparosítás, továbbá a környezeti szempontok nagymértékű elhanyagolása volt jellemző az elmúlt évtizedekben, ami egyben a jelenlegi ökológiai krízisnek is a legfőbb oka. A szennyezések veszélyességének felismerése és a helyzet tarthatatlanságának megértése már a legtöbb érintett országban megtörtént, de a mély és elhúzódó gazdasági recesszió, valamint a pénzeszközök igen szűkös volta miatt nem lehet számítani gyors és hatékony változásokra ezekben az országokban. A workshop az alábbi, általunk is megiszívlelendő *ajánlásokat* fogadta el:

- Minden közép- és kelet-európai országban *új törvények*, az Európai Közösség előírásait követő új szabályok bevezetése és a betartásukat szolgáló új módszerek alkalmazása szükséges.

- Az ipari átszervezés során az elszennyeződött területek felmérését és megtisztítását segítő eszközök gyártásával és technológiák kidolgozásával foglalkozó *új iparágakat* kell kialakítani, a kormányok által támogatni, valamint felügyelni.

- Sürgősen szükséges, hogy minden országban készüljön *felmérés és országos regiszter* a szennyezett talajú területekről, ami alapján kijelölhetőek a felszámolás prioritásai.

- Szükséges *talajvédelmi információs és monitoring rendszerek létesítése*, működtetése és az európai normákkal való harmonizálása, valamint a talajminőség változásainak nyomon követése. (Örvendetes, hogy hazánk ezen a téren máris nemzetközileg elismert kezdeményező szerepet tölt be.)

- Célszerű olyan *nemzetközi együttműködési program kialakítása*, amely lehetővé teszi az egyes közép- és kelet-európai országok kutatóinak és fejlesztő szakembereinek rendszeres találkozását, eszmecseréjét, tapasztalataik és problé-

máik megvitatását. Ilyen programra és szervezetre a témával foglalkozó hazai szakértők összefogása céljából is szükség van, s erre a MAE Talajtani Társaság keretében meg is történtek az első kezdeményező lépések egy *Talajszennyezett-ségi Szakosztály* megalakítása érdekében.

A külföldi tapasztalatok és a hazai igények felismerése nyomán egyre többen kezdenek bekapcsolódni Magyarországon is egyrészt a talajszennyezettség-gel kapcsolatos kutatómunkába, másrészt a fejlesztő, adaptáló tevékenységbe, harmadsorban a szennyezettség felszámolását célzó konkrét gyakorlati kivitelezésekbe. A nemzetközi fórumokon és a szakértők körében megfogalmazott vélemények szerint ugyanis a talajszennyezések - különösen a hulladéklerakók és a szemétdépóniák okozta szennyezések - felszámolhatóak, technikailag ma már minden megoldható, bár a szinte minden esetben egyedinek számító tisztítási technológiák rendkívül drágák. Ezért a jövőben egyértelműen a *szennyezéscsökkentés*, hulladék-kibocsátás csökkentése, vagyis a *megelőzés* kell, hogy előtérbe kerüljön, amihez széles körű felvilágosító és tudatosító kampányokra is szükség van.

Mindezek mellett azonban alkalmazni kell a talajszennyezettség felszámolására azokat a *technológiákat* is, amelyek képesek visszaállítani az adott talaj "eredeti", ill. szennyezés előtti jó minőségét. A legismertebbek talán azok a *bioremediációs technológiák*, amelyek az ásványolaj kiömlések révén elszennyezett talajok *in-situ olajmentesítését* végzik olajbontó baktérium-tenyészetek adagolása, ill. elszaporítása segítségével. Erre már magyar eljárást is kidolgoztak és sikerrel alkalmazták pl. a Barátság olajvezeték törése következtében Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében elszennyezett talaj megtisztításában. Ezek közé a technológiák közé tartozik az is, amelyik egy *Pseudomonas* törzs segítségével, szintén *in-situ* kezelés keretében képes lebontani a talajba került klórozott alifás vegyületeket és a vinil-kloridot.

Más technológiák *ex-situ* módszerekkel, vagyis pl. az olajkutak, ill. olajtartályok és benzinkutak közelében elszennyezett talajok *kitermelésével* és zárt (fedett) helyen való mechanikai + kémiai + biológiai *tisztításával* érik el, hogy a talaj ismét használható; növényzet telepítésére alkalmas legyen.

Szeméttelpek, ill. különösen ipari veszélyes hulladékokat tartalmazó depóniák szennyező hatásának megszüntetésére, a szennyezés tovább terjedésének megakadályozására alkalmazzák az ún. *kapszulázást*, amelynek során vízátnemeresztő betonréteggel veszik teljesen körül a depóniát és az elszennyezett talajt egyaránt.

A szennyezés milyenségétől függően alkalmazhatók a vízzel, gőzzel, vagy különféle vegyszeres oldatokkal való *talaj-átmosások*, öblítések, különösen akkor, ha a szennyezést egyetlen, jól meghatározható és kioldható kémiai szennyező anyag okozta, de terjedőben vannak az olyan *in-situ vegyszeres kezelések* is, amelyek a (pl. egyes nehézfémek) megkötését, vagy kicsapatását, oldhatatlan állapotba hozását (immobilizálását) eredményezik. Megint más technológiák a

nedves- vagy száraz *oxidációt* alkalmazzák a szennyező anyag, különösen az illó szerves vegyületek lebontása, eliminálása érdekében.

Örvendetes, hogy hazánkban is egyre többen kezdenek komolyan - vállalkozásszerűen is - foglalkozni a talajremediációs technológiák bevezetésével, adaptálásával, és már néhány eredménye is mutatkozik ezeknek a próbálkozásoknak. Annál szomorúbb, hogy a legújabbban kidolgozott Nemzeti Környezet- és Természetpolitikai Konceptió (1994) meg sem említi a talajszennyezettség problémáját és felszámolásának szükségességét. Pedig csak tudatos, szervezett és a politika által is támogatott munkával fogunk tudni előrehaladni elszennyezett talajaink megtisztításában, megújításában, a talajszennyezettség felszámolásában.